



#4
3/29/02
amr



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 100 55 476.8

Anmeldetag: 9. November 2000

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

Bezeichnung: Optisches Koppelfeld

IPC: H 04 B, H 04 J, G 02 B

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 20. November 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Beschreibung

Optisches Koppelfeld

5 Die Erfindung betrifft ein optisches Koppelfeld als Zwischen-
glied in einer optischen Datenübertragungsstrecke eines WDM-
Systems mit einer Vielzahl an Kanälen zur variablen Ein-
und/oder Auskopplung einer Vielzahl optischer Kanäle.

10 Aufgrund der rasanten Zunahme des Datenverkehrs in Kommunika-
tionsnetzen werden von Netzbetreibern zunehmend höhere Trans-
portkapazitäten gefordert, die im Backbone-Bereich bei Viel-
fachen der Basiskapazitäten 2.5 Gb/s, 10 Gb/s und künftig
auch 40 Gb/s liegen. Eine solche Basiskapazität entspricht
15 dabei einem bestimmten optischen Kanal (OCh), der wiederum
einer bestimmten Trägerfrequenz entspricht. Das Multiplexen
dieser optischen Kanäle auf einer optischen Faser erfolgt
hierbei zunehmend mit Hilfe der optischen Wellenlängenmultip-
lextechnik (WDM). Neben einfachen Punkt-zu-Punkt-Verbindungen
20 werden auch vermaschte Netzstrukturen und Ringstrukturen be-
nötigt. Diese Netzstrukturen erfordern zum Anschluß von Da-
tensystemen das Ein- und Auskoppeln von optischen Kanälen aus
und in die optischen Datenübertragungsstrecken.

25 Ein vollsymmetrischer NxN-Koppler erfordert einen Realisie-
rungsaufwand proportional zu N^2 . Dieser Aufwand läßt sich je-
doch bedeutend reduzieren, wenn anstelle einer vollen Symmet-
rie nur bestimmte Vorzugskombinationen von optischen Signalen
in einer Koppelmatrix realisiert werden müssen.

30

Es ist Aufgabe der Erfindung, einen flexiblen und mit vorhan-
denen Grundbausteinen herstellbaren flexiblen optischen Kopp-
ler zum variablen Ein- und Auskoppeln mehrerer optischer Ka-

näle aus einem WDM-Ringübertragungsnetz zu finden. Solche, in Verbindung mit einem Wellenlängenmultiplexsystem eingesetzten Geräte werden auch als optische Add-/Drop-Multiplexer (OADM) bezeichnet.

5

Die Aufgabe wird durch die Merkmale des ersten Patentanspruches gelöst.

Der Erfinder hat erkannt, dass es möglich ist, ein konfigurierbares Koppelfeld mit Hilfe vorhandener MxN-Koppler und einem Netzwerk aus Mehrfachschaltern und Mehrfachverzeigern aufzubauen, das über eine entsprechende Steuersoftware flexibel und schnell von außen konfiguriert werden kann.

15 Weiterhin hat sich gezeigt, dass ein erfindungsgemäßes OADM auch verschiedene Ersatzschaltverfahren verwirklichen kann, wodurch sich die Zuverlässigkeit des optischen Transportnetzes, in dem der erfindungsgemäße OADM eingesetzt wird, bei Faserfehlern wesentlich und auf einfache Weise erhöhen läßt.

20

Zur Ersatzschaltung optischer Kanäle können verschiedene Verfahren verwendet werden. So können für Ringarchitekturen die Verfahren "Optical Channel Dedicated Protection Ring" (OCh DPRING) und "Optical Channel Shared Protection Ring" (OCh SPRING) verwendet werden. Die Implementierung dieser Ersatzschaltverfahren kann innerhalb des erfindungsgemäßen Koppelfeldes erfolgen, da hier ein Zugriff auf die einzelnen optischen Kanäle erfolgt.

25

30 Entsprechend diesem Erfindungsgedanken schlägt der Erfinder zunächst ein unidirektionales optisches Koppelfeld als Zwischenglied in einer optischen Datenübertragungsstrecke eines WDM-Systems mit einer Vielzahl an Kanälen zur variablen Ein-

und/oder Auskopplung einer Vielzahl optischer Kanäle, wobei eine erste Seite (West-Seite) mit N Eingangskanälen und eine zweite Seite (Ost-Seite) mit N Ausgangskanälen zur Einbindung in die optische Datenübertragungsstrecke und weiterhin eine
5 dritte Seite (Zubringer-Seite) mit einer Vielzahl ein- und/oder ausgekoppelter Kanäle vorgesehen sind, wobei auf der ersten Seite ein $M \times N$ -Eingangskoppler für die N Eingangskanäle und auf der zweiten Seite ein $M \times N$ -Ausgangskoppler für die N Ausgangskanäle vorgesehen ist, und wobei die erste und zweite
10 Seite durch ein variabel schaltbares Netzwerk (ADP-Modul) untereinander und mit den Ein- und Ausgangskanälen der dritten Seite verbunden sind. Grundbestandteile eines solchen großen Koppelfeldes können einfache handelsübliche optische $M \times N$ -Koppler, optische Schalter und Verzweiger sein, die in der
15 erfindungsgemäßen Weise zusammengeschaltet werden.

In einer Fortführung des Erfindungsgedanken wird auch vorgeschlagen, das optische Koppelfeld bidirektional auszuführen, indem zusätzlich auf der ersten Seite ein $M \times N$ -Ausgangskoppler
20 für zusätzliche N Ausgangskanäle und auf der zweiten Seite ein $M \times N$ -Eingangskoppler für zusätzliche N Eingangskanäle vorgesehen werden.

In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen optischen Koppelfeldes schlägt der Erfinder weiterhin vor, dass
25 das variabel schaltbare Netzwerk an mindestens einem Eingangskanal hinter dem $M \times N$ -Eingangskoppler der ersten und/oder zweiten Seite einen Verteiler mit einem Verteilereingang und mindestens zwei Verteilerausgängen aufweist, wobei mindestens
30 ein Verteilerausgang zu einem Ausgangskanal auf der jeweils gegenüberliegenden Seite und mindestens ein Verteilerausgang zu einem Ausgang auf der dritten Seite führt.

Weiterhin kann das variabel schaltbare Netzwerk an mindestens einem Ausgangskanal vor dem MxN-Ausgangskoppler der ersten und/oder zweiten Seite einen steuerbaren Schalter mit mindestens zwei Schaltereingängen und einem Schalterausgang aufweisen, wobei mindestens ein Schaltereingang mit einem Eingangskanal auf der jeweils gegenüberliegenden ersten oder zweiten Seite und mindestens ein Schaltereingang zu einem Eingangskanal auf der dritten Seite führt.

- 10 Auch kann das variabel schaltbare Netzwerk auf der dritten Seite (Zubringer-Seite) an mindestens einem Eingangskanal einen Verteiler mit einem Verteilereingang und mindestens zwei Verteilerausgängen aufweist, wobei mindestens ein Verteiler-
 15 Ausgang zu einem Ausgangskanal auf der ersten oder zweiten Seite führt.

- In einer weiteren Ausgestaltung ist auch vorgesehen, dass das variabel schaltbare Netzwerk an mindestens einem Ausgangskanal einen Schalter (Zubringer-Schalter) mit einem Schalter-
 20 Ausgang und mindestens zwei Schaltereingängen aufweist, wobei mindestens ein Schaltereingang zu einem Eingangskanal auf der ersten oder zweiten Seite führt.

- Als Teilkomponenten können in dem erfindungsgemäßen optischen
 25 Koppelfeld quadratische Koppler, also NxN-Koppler, vorgesehen werden. Hierdurch läßt sich beispielsweise durch das Zusammenschalten von 4 NxN-Kopplern ein 4Nx4N-Koppelfeld für einen OADM erstellen, wobei vorzugsweise auf der dritten Seite (Zubringer-Seite) N Schalter und N Verteiler vorgesehen sind.

30

Das variable Netzwerk kann dabei derart aufgebaut sein, dass sich eine einfach-redundante (1+1)-Kanalersatzschaltung oder eine Ring-Ersatzschaltung mit verteilter Redundanz (shared

protection) ergibt, wie sie in bestehenden Normen, z.B. ITU-T G.841, definiert ist.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnungen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher beschrieben:

10

Figur 1: Verkehrsflußrichtungen in einem OADM;

Figur 2: Mögliche Verbindungsstrukturen im ADP-Modul für ein bidirektionales Koppelfeld;

Figur 3: Koppelfeldarchitektur mit Unterstützung von optischer (1+1)-Kanalersatzschaltung in Ringen (DPRING);

15

Figur 3a: Variante zu Figur 3;

Figur 4: Koppelfeldarchitektur mit Unterstützung von optischer Kanalersatzschaltung mit verteilter Redundanz (shared protection) in 2-Faser-Ringen (2F-SPRING);

Figur 5: Koppelfeldarchitektur mit Unterstützung von optischer Kanalersatzschaltung mit verteilter Redundanz (shared protection) in 4-Faser-Ringen (4F-SPRING);

20

Figur 6: Mögliche Verbindungsstrukturen im ADP-Modul für ein unidirektionales Koppelfeld;

Figur 7: einfache unidirektionale Koppelfeldarchitektur.

25

Die Figur 1 zeigt die prinzipiellen optischen Verkehrsflußrichtungen in einem OADM.

Hierin wird schematisch dargestellt, wie jeder eingehende Kanal auf der West- oder Ost-Seite als ausgehender Kanal zur jeweils gegenüberliegenden Seite verbunden wird. Weiterhin zeigt die Übersicht, dass Verbindungswege sowohl von der West- als auch Ost-Seite zu und von der Zubringer-Seite vorgesehen werden. Diese Verkehrsflußrichtungen sollen mit den folgenden Koppelfeldstrukturen realisiert werden können.

- Die Figur 2 zeigt die funktionale Aufteilung einer bevorzugten Ausführung eines bidirektionalen optischen ($4N \times 4N$)-Koppelfeldes 1. An der West-Seite (erste Seite) und der Ost-Seite (zweite-Seite) befinden sich jeweils ein handelsüblicher quadratischer ($N \times N$)-Eingangs- und ein ($N \times N$)-Ausgangskoppler 2, die eine wahlfreie Ein- und Auskopplung für jeden der N optischen Eingangskanäle W.E.1-W.E.N, O.E.1-O.E.N und Ausgangskanäle W.A.1-W.A.N, O.A.1-O.A.N an der jeweiligen Seite ermöglichen. In der Mitte befinden sich N Add-/Drop and Protection-Module (ADP-Module) 4.1-4.N, die entweder die erforderliche Ein- beziehungsweise Auskopplung der ausgewählten optischen Kanäle an der Zubringer-Seite (dritte Seite) T.E.1-T.E.2N, T.A.1-T.A.2N, oder eine Ost-West-Durchverbindung beziehungsweise West-Ost-Durchverbindung zwischen optischen Ein- und Ausgangskanälen realisieren.

25

- Jedes ADP-Modul 4.1 ... 4.N ermöglicht den Zugriff auf je 2 Zubringer-Eingangs- und Ausgangskanäle T.E.X, T.E.X+1, T.A.X, T.A.X+1. Für einen OADM gemäß den in Figur 1 gezeigten Verkehrsflußrichtungen brauchen nur Verbindungen zwischen der West- und Zubringer-Seite, zwischen Ost- und Zubringer-Seite, sowie zwischen Ost- und West-Seite in jedem ADP-Modul vorgesehen werden. Schleifenverbindungen Ost-Ost, West-West und Zubringer-Zubringer brauchen dagegen nicht vorgesehen werden,

30

wodurch der Realisierungsaufwand insgesamt niedrig gehalten werden kann.

Zur Realisierung von komplexen Ersatzschaltmechanismen, insbesondere solcher mit verteilter Redundanz in 2- bzw. 4-Faser-Ringen, lassen sich auch zwei solcher ADP-Module zu einem komplexeren ADP-Modul zusammenfassen. Hierbei werden auf Ost- bzw. West-Seite eines OADM jeweils ein optischer Betriebskanal und ein optischer Ersatzkanal von einem ADP-Modul angesteuert. Je nach Ersatzschaltverfahren für die einzelnen optischen Kanäle lassen sich unterschiedliche ADP-Module mit unterschiedlicher Komplexität verwenden, die jedoch alle aus heute verfügbaren optischen Komponenten aufgebaut sind.

Ein Beispiel eines komplexeren Aufbaues einer optischen Ersatzschaltung ist in der Figur 3 gezeigt. Die detaillierte Ausführung zeigt ein $(4N \times 4N)$ -Koppelfeld 1, das eine optische $(1+1)$ -Kanalersatzschaltung in Ringen (dedicated protection ring, DPRING) unterstützten kann. In der Darstellung ist, ebenso wie in allen folgenden Figuren lediglich eine Ebene, das heißt ein Modul der N gleichen ADP-Module 4 gezeigt.

Jedes ADP-Modul 4 verfügt über zwei 1:3-Eingangsverteiler 5, die einen Kanal aus dem $N \times N$ -Eingangskoppler 2 derart verteilen, daß eine Verbindung zum gegenüberliegenden $N \times N$ -Ausgangskoppler 3 mit seinem vorgeschalteten steuerbaren 1:3-Ausgangsschalter 6 und zwei Verbindungen zu zwei 2:1-Schaltern 8 auf der Zubringer-Seite entstehen. Des weiteren verfügt jedes ADP-Modul 4 über zwei 1:2-Verteiler die ihre eingehenden Kanäle auf jeweils einen 3:1-Ausgangsschalter der beiden anderen Seiten (West und Ost) verteilen.

Das resultierende $(4N \times 4N)$ -Koppelfeld der Figur 3 ist innerhalb dieser vorgesehenen Verbindungsstrukturen, die der Ausführung in der Figur 2 entsprechen, blockierungsfrei ausgeführt.

5

Die Figur 3a zeigt ein erfindungsgemäßes optisches Koppelfeld, das entsprechend dem Koppelfeld aus Figur 3 aufgebaut ist, jedoch werden hier nicht quadratische $N \times N$ -Eingangskoppler, sondern $M \times N$ -Eingangs- und $M \times N$ -

10 Ausgangskoppler verwendet. Die Funktionsweise und Verbindungsstruktur entspricht der aus Figur 3.

Die Figur 4 zeigt ein $(4N \times 4N)$ -Koppelfeld 1, dessen ADP-Module 4 zusätzlich zur Figur 4 eine optische Kanalersatzschaltung
15 in 2-Faser-Ringen mit verteilten Ersatzkanälen (2 fiber shared protection ring, 2F-SPRING) unterstützt. Hierfür müssen von einem ADP-Modul 4 vier Kanäle verarbeitet werden, ein solches ADP-Modul 4 kann durch Zusammenfassung zweier ADP-Module aus Figur 3 und der Ergänzung der nötigen Ersatzschal-
20 tewege für das 2F-SPRING-Verfahren entstehen. Auf die Ersatzkanäle kann hier auch sogenannter "extra traffic" geschaltet werden, um die Ringkapazität im fehlerfreien Fall voll zu nutzen. Die Funktionsweise des 2F-SPRING-Verfahrens für optische Kanäle entspricht dem in ITU-T G.841 beschriebenen Ver-
25 fahren für virtuelle Kanäle (VC-4) in SDH-Netzen.

Die Figur 5 zeigt eine Weiterentwicklung des $(4N \times 4N)$ -Koppelfeldes aus der Figur 4. Dessen ADP-Module 4 verfügen über weitergehende Vernetzungen zu den in Figur 4 verwendeten.
30 ten. So wird hier eine optische Kanalersatzschaltung in 4-Faser-Ringen mit verteilten Ersatzkanälen (4 fiber shared protection ring, 4F-SPRING) unterstützt. Auch hier kann auf die Ersatzkanäle sogenannter "extra traffic" geschaltet wer-

den, um die Ringkapazität im fehlerfreien Fall voll zu nutzen. Die Funktionsweise des 4F-SPRING-Verfahrens für optische Kanäle entspricht dem in ITU-T G.841 beschriebenen Verfahren für virtuelle Kanäle (VC-4) in SDH-Netzen.

5

Es wird noch darauf hingewiesen, dass die Bezeichnungen $A_x(B:C)$ in den Schaltern und Verteilern 5 bis 8 bedeutet, dass es sich um A-fache Schalter oder Verteiler mit B Eingängen und C Schalterstellungen beziehungsweise Ausgängen handelt.

10

Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass es auch im Rahmen der Erfindung liegt die internen Verbindungsnetze eines OADM mit unterschiedlichen ADP-Modulen für unterschiedliche optische Kanäle aufzubauen, wodurch die Komplexität und Flexibilität des Koppelfeldes den jeweiligen Anforderungen durch die externe Netzstruktur angepasst werden kann.

15

Zusammenfassend schlägt der Erfinder also vor, einen konfigurierbaren optischen Koppler zum Ein- und Auskoppeln von Datenströmen aus und in einen optischen WDM-

20

Datenübertragungsring dadurch zu erhalten, dass mehrere $M \times N$ -Koppler, vorzugsweise 4 quadratische $N \times N$ -Durchgangskoppler, derart über ein Netzwerk von Schaltern und Verzweigern zusammen geschaltet werden, dass möglichst beliebige Verbindungen zwischen den in die Datenstrecke eingeschalteten Ein- und Ausgängen und zwischen abzweigenden Zu- und Abgängen geschaltet werden können, wobei vorzugsweise auch gleichzeitig eine mögliche Ersatzschaltung der optischen Kanäle erreicht werden kann.

30

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten Merkmale der Erfindung nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination,

sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung
verwendbar sind, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche.

1. Optisches Koppelfeld als Zwischenglied in einer opti-
schen Datenübertragungsstrecke eines WDM-
5 Ringübertragungssystems zur variablen Ein- und/oder Aus-
kopplung einer Vielzahl optischer Kanäle, wobei eine
erste Seite (West-Seite) mit N Eingangskanälen (W.E.x)
und eine zweite Seite (Ost-Seite) mit N Ausgangskanälen
(O.A.x) zur Einbindung in die optische WDM-
10 Datenübertragungsstrecke und weiterhin eine dritte Seite
(Zubringer-Seite) mit einer Vielzahl ein- und/oder aus-
gekoppelter Kanäle (T.A.x, T.E.x) vorgesehen sind, wobei
auf der ersten Seite ein MxN-Eingangskoppler (2) für die
N Eingangskanäle (W.E.x) und auf der zweiten Seite ein
15 MxN-Ausgangskoppler für die N Ausgangskanäle (O.A.x)
vorgesehen ist, und wobei die erste und zweite Seite
durch ein variabel schaltbares Netzwerk (4) untereinan-
der und mit den Ein- und Ausgangskanälen der dritten
Seite verbunden sind.
20
2. Optisches Koppelfeld gemäß dem voranstehenden Anspruch
1, dadurch gekennzeichnet, daß auf der ersten
Seite ein MxN-Ausgangskoppler (3) für zusätzliche N Aus-
gangskanäle (W.A.x) und auf der zweiten Seite ein MxN-
25 Eingangskoppler (2) für zusätzliche N Eingangskanäle
(O.E.x) vorgesehen ist.
3. Optisches Koppelfeld gemäß einem der voranstehenden An-
sprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß das
30 variabel schaltbare Netzwerk (4) an mindestens einem
Eingangskanal hinter dem MxN-Eingangskoppler (2) der
ersten und/oder zweiten Seite einen Verteiler (5) mit
einem Verteilereingang (5.1) und mindestens zwei Vertei-

lerausgängen (5.2) aufweist, wobei mindestens ein Verteilerausgang zu einem Ausgangskanal auf der jeweils gegenüberliegenden Seite und mindestens ein Verteilerausgang zu einem Ausgang auf der dritten Seite führt.

5

4. Optisches Koppelfeld gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das variabel schaltbare Netzwerk (4) an mindestens einem Ausgangskanal vor dem MxN-Ausgangskoppler (3) der ersten und/oder zweiten Seite einen steuerbaren Schalter (6) mit mindestens zwei Schaltereingängen (6.1) und einem Schalterausgang (6.2) aufweist, wobei mindestens ein Schaltereingang mit einem Eingangskanal auf der jeweils gegenüberliegenden ersten oder zweiten Seite und mindestens ein Schaltereingang zu einem Eingangskanal auf der dritten Seite führt.

15

5. Optisches Koppelfeld gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das variabel schaltbare Netzwerk (4) auf der dritten Seite (Zubringer-Seite) an mindestens einem Eingangskanal ein Verteiler (7) mit einem Verteilereingang (7.1) und mindestens zwei Verteilerausgängen (7.2) aufweist, wobei mindestens ein Verteilerausgang zu einem Ausgangskanal auf der ersten oder zweiten Seite führt.

25

6. Optisches Koppelfeld gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das variabel schaltbare Netzwerk (4) auf der dritten Seite an mindestens einem Ausgangskanal einen Schalter (8) mit einem Schalterausgang (8.2) und mindestens zwei Schaltereingängen (8.1) aufweist, wobei mindestens ein Schal-

30

tereingang zu einem Eingangskanal auf der ersten oder zweiten Seite führt.

- 5 7. Optisches Koppelfeld gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingangs- und/oder Ausgangskoppler (2, 3) als $N \times N$ -Schalter mit quadratischem Aufbau vorgesehen sind.
- 10 8. Optisches Koppelfeld gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß auf der dritten Seite N Ausgangsschalter (8) und N Eingangsverteiler (7) vorgesehen sind.
- 15 9. Optisches Koppelfeld gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das variable Netzwerk (4) derart aufgebaut ist, daß eine einfach-redundante (1+1)-Ringersatzschaltung vorliegt.
- 20 10. Optisches Koppelfeld gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das variable Netzwerk (4) derart aufgebaut ist, daß eine 2- oder 4-Faser-Ringersatzschaltung mit verteilter Redundanz vorliegt.
- 25 11. Optisches Koppelfeld gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktionen des variablen Netzwerkes (4) mit Schaltern (6, 8) und Verteilern (5, 7) in mindestens einem ADP-Modul (4.x), vorzugsweise je Kanal in einem ADP-Modul mit insgesamt N ADP-Modulen (4.1-4.N), zusammengefaßt sind.
- 30

Zusammenfassung

Optisches Koppelfeld

- 5 Die Erfindung betrifft, einen konfigurierbaren optischen
Koppler zum Ein- und Auskoppeln von Datenströmen aus und in
einen optischen WDM-Datenübertragungsring, wobei mehrere $M \times N$ -
Koppler, vorzugsweise 4 quadratische $N \times N$ -Durchgangskoppler,
derart über ein Netzwerk von Schaltern und Verzweigern zusam-
10 men geschaltet werden, dass möglichst beliebige Verbindungen
zwischen den in die Datenstrecke eingeschalteten Ein- und
Ausgängen und zwischen abzweigenden Zu- und Abgängen geschal-
tet werden können, wobei vorzugsweise auch gleichzeitig eine
mögliche Ersatzschaltung der optischen Kanäle erreicht werden
15 kann.

Fig. 2

Fig. 1

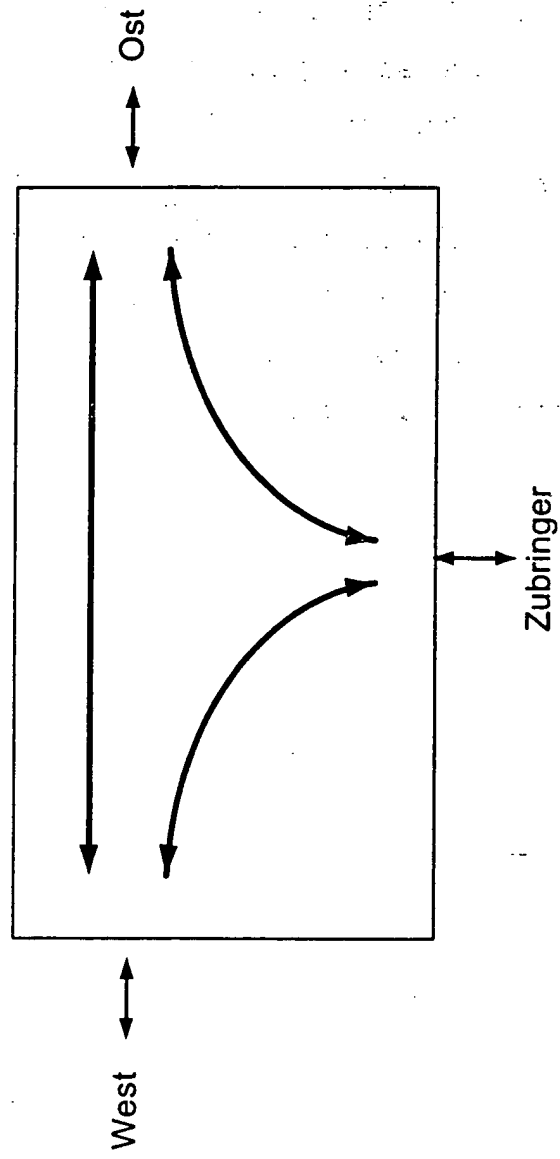


Fig. 2

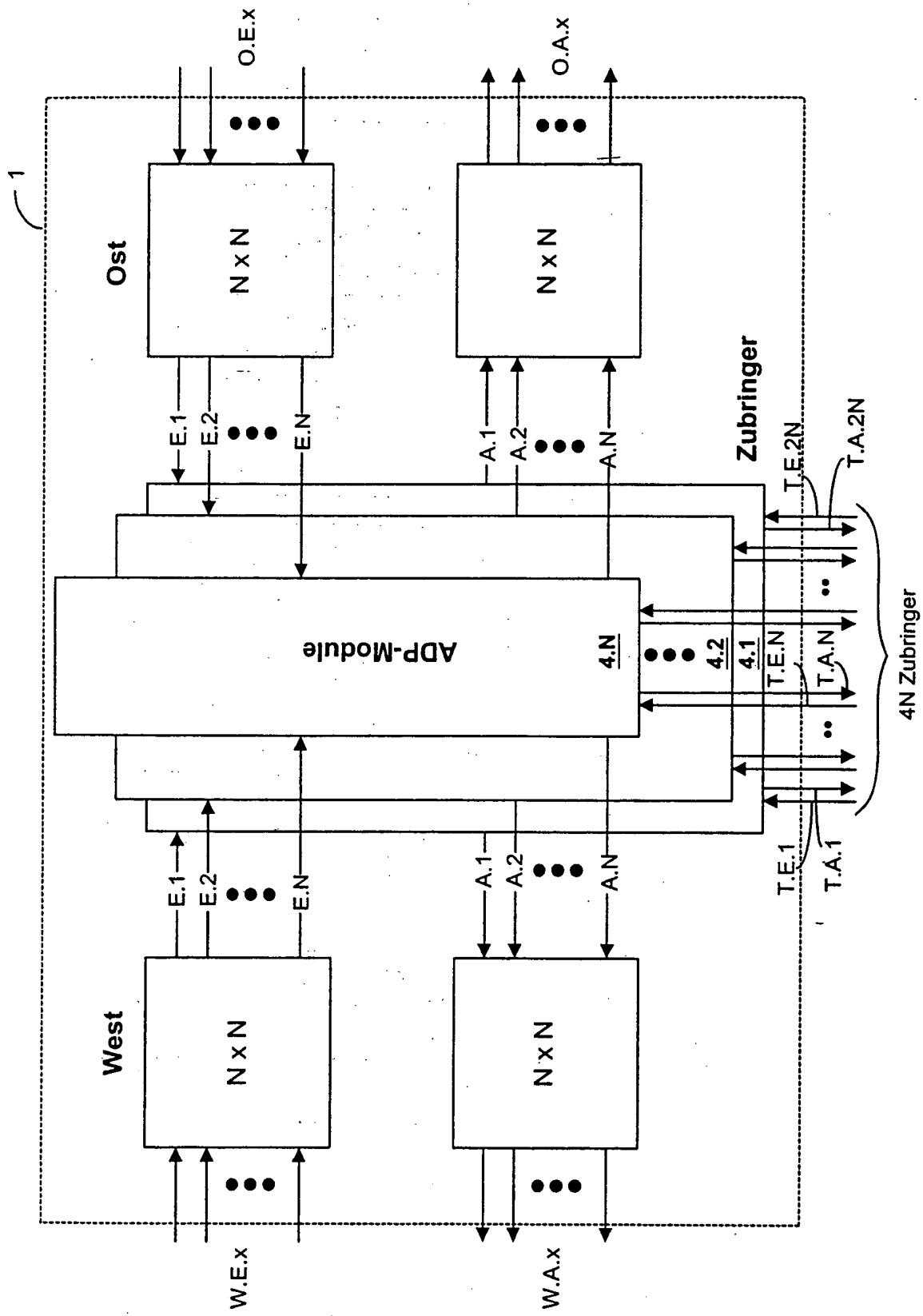


Fig. 3

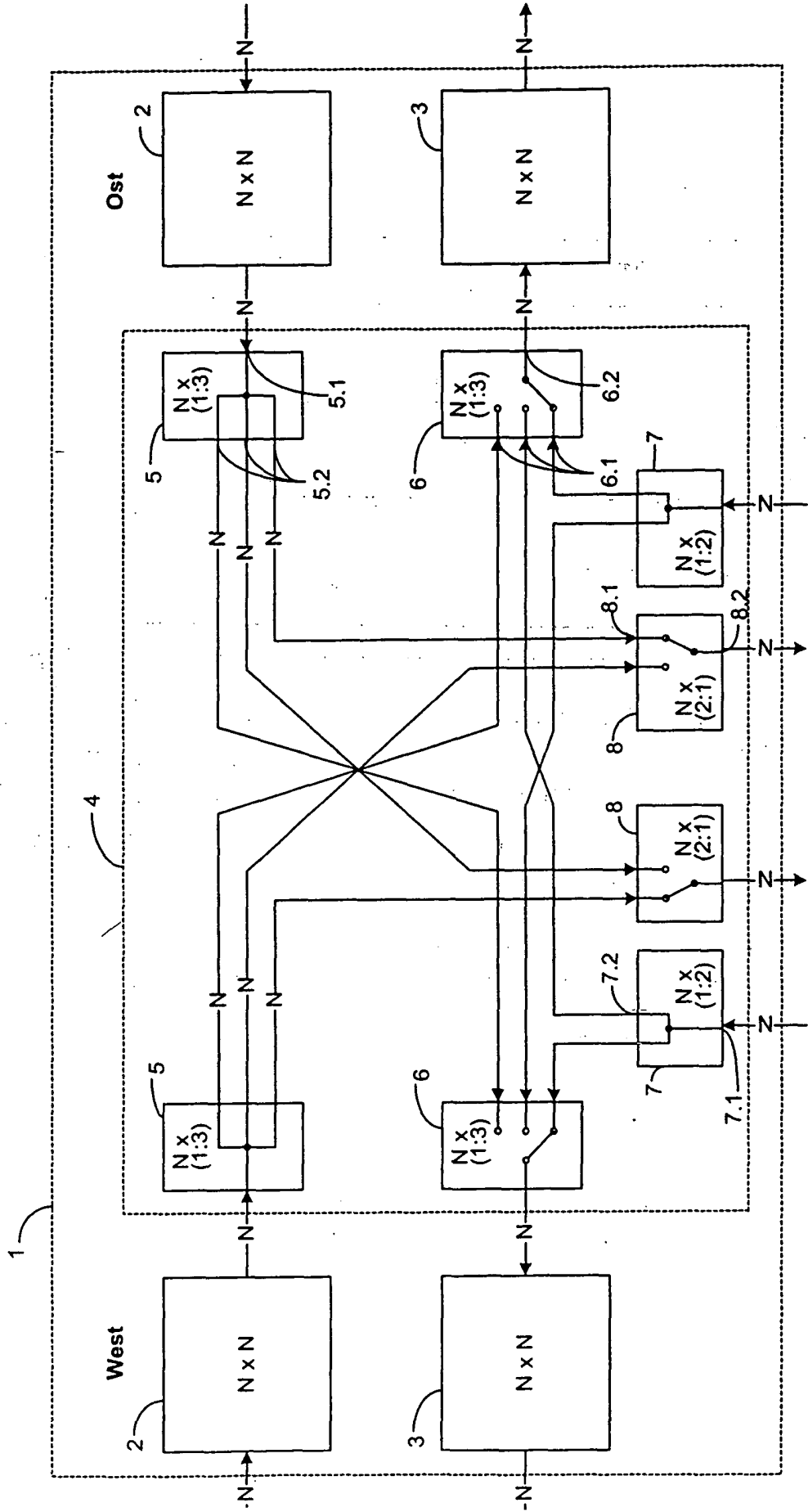


Fig. 3a

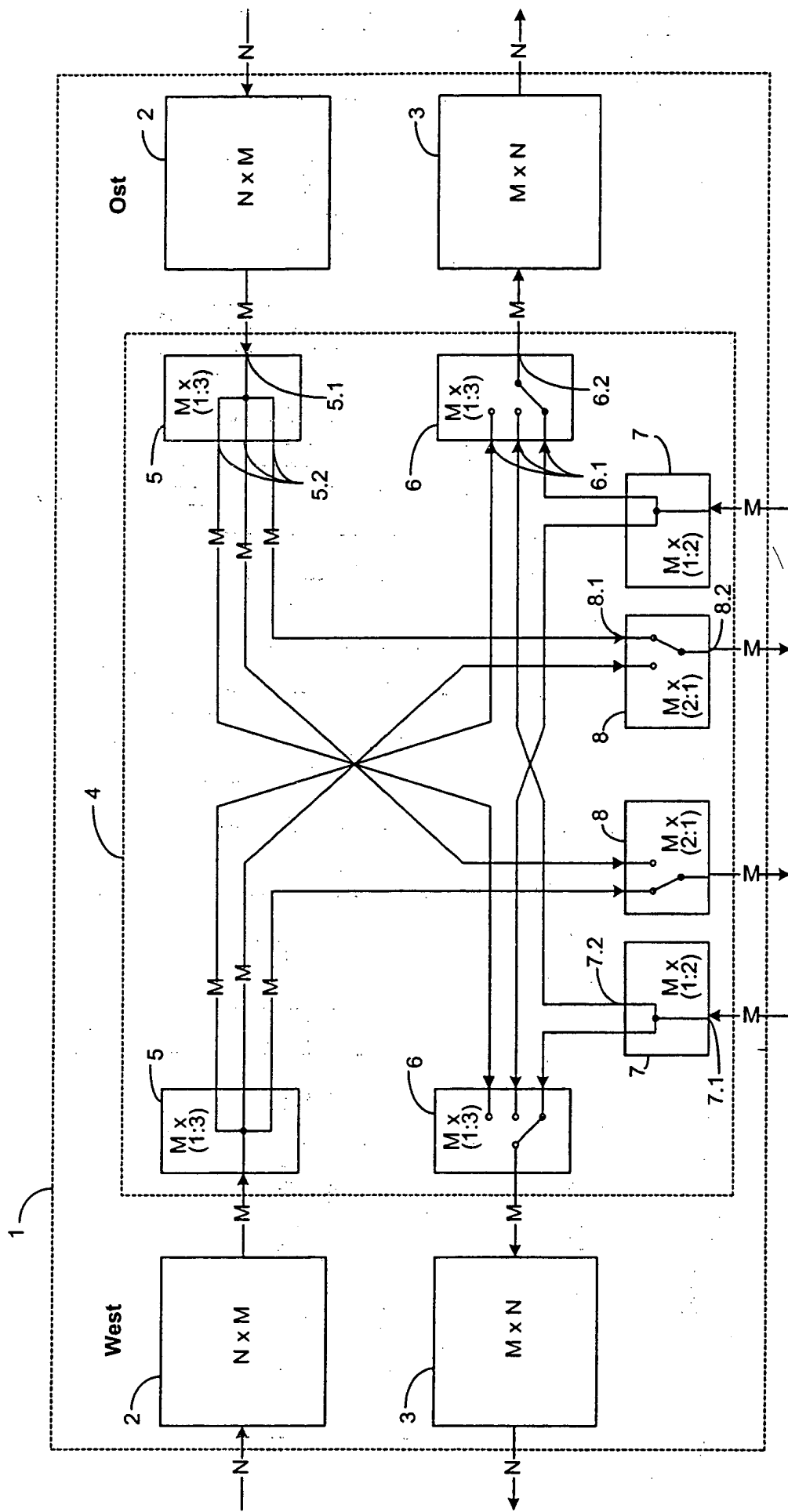


Fig. 4

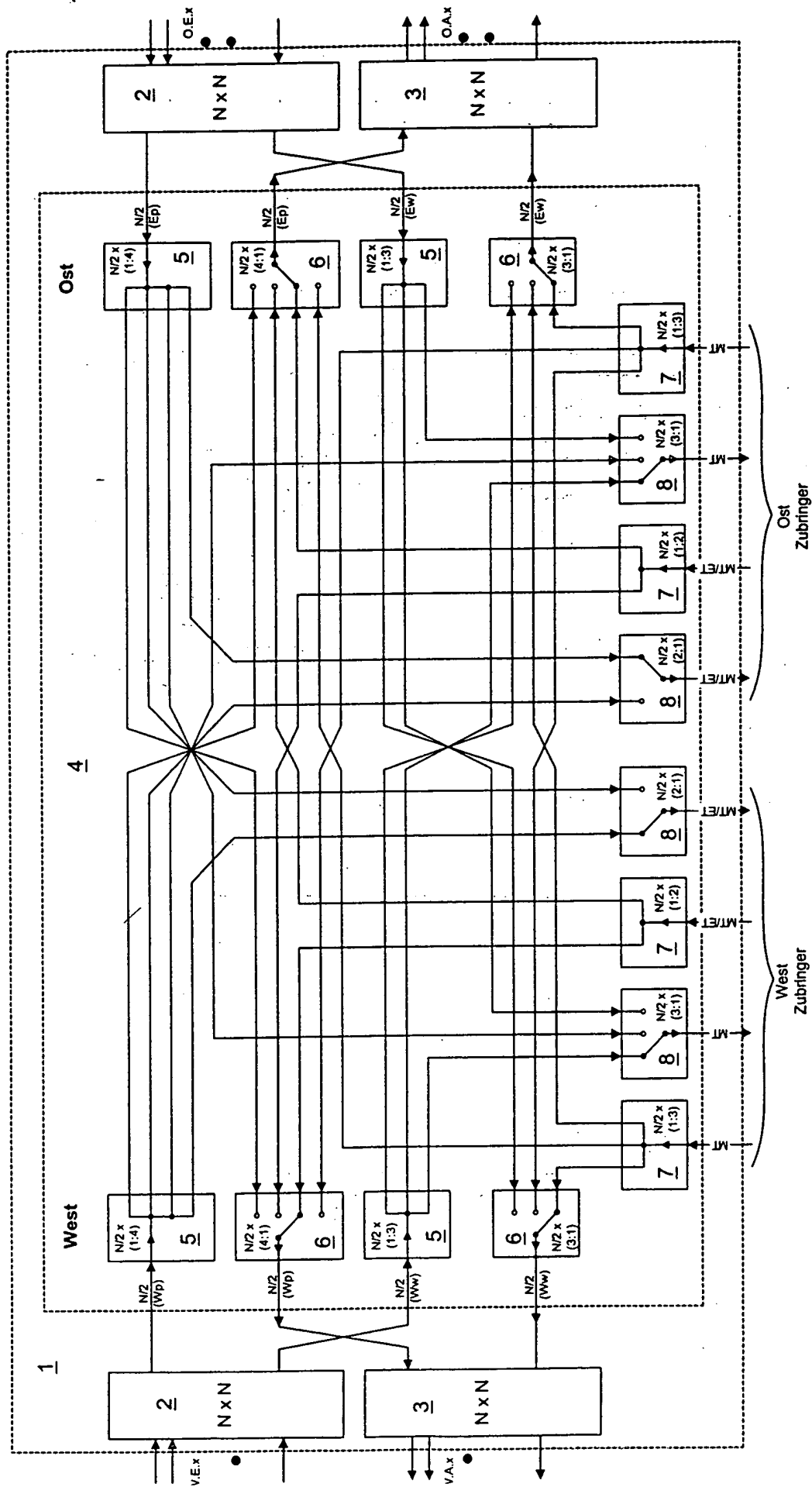


Fig. 5

